УДК 007.51

ПАРАСКЕВОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

старший преподаватель кафедры компьютерных технологий и систем
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ,
e-mail: paraskevov.a@kubsau.ru

DOI:10.26726/1812-7096-2020-11-42-50

НАПРАВЛЕНИЯ ЭКСТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА

Аннотация. *Цель работы.* В статье рассматривается ситуация, сложившаяся в транспортной инфраструктуре современных городов. *Метод проведения работы.* Проведен анализ современного состояния уличной дорожной сети. *Результаты.* Города, как правило, застраивались стихийно, не системно, во время строительства дорог не было расчета на нынешнее количество автотранспорта. В настоящее время заторы на дорогах — проблема больших городов. Развитие города может идти двумя способами — экстенсивным и интенсивным. Интенсивное предполагает качественное переосмысление необходимых работ, оптимизацию и совершенствование на основе уже существующей инфраструктуры. Предложена методика экстенсивного развития городской уличной дорожной сети, а также комплекс мер по преодолению транспортных коллапсов. Практическая значимость проведенного исследования состоит в возможности непосредственного использования усовершенствованных методик, алгоритмов, архитектур и программного комплекса для функционирования в составе системы управления городским дорожным движением. При этом методика позволяет увеличить плавность движения транспортных потоков на всем протяжении уличной дорожной сети, а также получать дополнительные финансовые потоки для текущего ремонта и совершенствования элементов уличной дорожной сети. Реализация результатов моделирования введения платы за проезд будет удалять все очереди, образовавшиеся из-за переполнения транспортной сети. Это должно произойти благодаря замене простоя в пробке эквивалентным размером платы за проезд. *Область применения результатов.* Результаты проведенного исследования могут быть использованы при системном изменении транспортной инфраструктуры города, планировании новых микрорайонов. **Выводы.** Пути преодоления транспортных коллапсов лежат в поле экстенсивного развития, грамотного планирования и транспортной политики.

Ключевые слова: транспортная система, управление дорожным движением, уличная дорожная сеть, математические методы, эластичность спроса, регулирование транспортных потоков.

PARASKEVOV ALEXANDER VLADIMIROVICH

Senior Lecturer of the Department of Computer Technologies
and Systems of the Kuban State University,
e-mail: paraskevov.a@kubsau.ru

DIRECTIONS OF EXTENSIVE DEVELOPMENT OF THE CITY'S TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Abstract. *The purpose of the work.* The article examines the current situation in the transport infrastructure of modern cities. *The method of conducting the work.* The analysis of the current state of the street road network is carried out. *Results.* Cities, as a rule, were built up spontaneously, not systematically, during the construction of roads there was no calculation for the current number of vehicles. Currently, traffic congestion is a problem in large cities. The development of the city can go in two ways-extensive and intensive. Intensive involves a qualitative rethinking of the necessary work, optimization and improvement based on the existing infrastructure. A method of extensive development of the urban street road network, as well as a set of measures to overcome transport collapses, is proposed. The practical significance of the conducted research

consists in the possibility of direct use of improved methods, algorithms, architectures and software package for functioning as part of the urban traffic management system. This technique allows to increase the flow of traffic throughout a road network, as well as to obtain additional financial flows for maintenance and improvement of elements of the road network. The implementation of the results of the simulation of the introduction of tolls will remove all queues formed due to the overflow of the transport network. This should happen by replacing the downtime in traffic with an equivalent fare. **The scope of the results.** The results of the study can be used in the systematic change of the transport infrastructure of the city, the planning of new neighborhoods. **Conclusions.** The ways to overcome transport collapses lie in the field of extensive development, competent planning and transport policy.

Keywords: transport system, traffic management, street road network, mathematical methods,

Введение. Экстенсивный метод развития – это увеличение физических объемов, например увеличение территорий. Экстенсивный метод может быть менее эффективным, но иногда это одно из важных направлений развития, без которых дальнейшее интенсивное развитие не может быть продолжено.

Одна из актуальных проблем, которую можно частично разрешить, используя экстенсивный метод развития города, – проблема загруженности транспортной системы. Расширение города подразумевает расширение дорожных путей, и как следствие – снижение нагрузки и распределение транспортных потоков по дорожной сети.

Влияние, которое оказывают на улично-дорожную и комплексную транспортную систему города автомобилисты, ежедневно въезжающие в город, нельзя не оценить. Пробки на въезде создают затор из большого числа машин, которые потом вливаются в систему города, создавая еще большую нагрузку, и как следствие – повышенное количество пробок. Одним из решений может стать расширение числа въездов за счет присоединения близлежащих поселений к черте города. Это в перспективе поможет распределить нагрузку между дорогами города более равномерно.

Автомобильная дорога – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Включает в себя: одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии.

Различные компании предлагают разнообразные технологии транспортного контроля. Можно вмонтировать в дорожное покрытие специальные датчики, которые учитывают количество проезжающих машин в определенный момент времени и их скорость. Или поднимают над мегаполисами аэростаты с видеокамерами, с помощью которых отслеживается ситуация на трассах, а данные передаются на ближайший пункт ГИБДД, также активно используются дроны. Однако у всех этих решений есть существенный недостаток. Они требуют от владельцев частных дорог вложения огромных средств, которые окупаются в течение долгих лет (от 10). На данный момент транспортная система города Краснодар является крайне загруженной. Город занимает одно из первых мест по количеству транспортных средств, дороги с такой транспортной нагрузкой не справляются, в результате чего образуются многочисленные заторы на дорогах. Кроме того, ежедневно в город въезжает в среднем 150 тысяч иногородних автомобилей, а это создает дополнительную нагрузку на транспортную систему. Объектом исследования является управление дорожным движением. Предметом – совершенствование управления дорожным движением на основе использования математических и инструментальных методов экономики. Теоретической и методологической основой исследования послужили разработки отечественных и зарубежных ученых-экономистов, математиков в области системного анализа, теории принятия решений, теории управления, экономико-математического моделирования и анализа, проектирования информационных систем. В исследовании использованы следующие теоретические методы: методы теории управления, методы многокритериальной оптимизации, методы математического программирования, методы имитационного моделирования, методы теории массового обслуживания.

Методы исследования. С утра наблюдается большой приток автомобилей со стороны ос-

новых въездов в город. А к вечеру происходит не менее сильная загрузка точек въезда, так как те, кто прибыл с утра, выезжают из города. При этом в течение дня иногородние автомобилисты также оказывают сильное влияние на загрузку транспортной системы.

Рис. 1. Въезды/выезды из города.

На рисунке 2 представлена карта с выделенными фиолетовым цветом поселениями, еще не принадлежащими к территории города. Это поселения преимущественно северной и северо-восточной части городской черты. На юге Краснодар граничит с Республикой Адыгея, поэтому разгрузка южных въездов возможна только перенаправлением транспортных потоков на другие менее загруженные въезды. Тем не менее вопрос расширения городских территорий

Рис. 2. Поселки-спутники города.

1. П. Березовый.
2. П. Ясенево.
3. П. Южный.
4. Ст. Новотитаровская.
5. П. Дружелюбный.
6. П. Агроном.

Таким образом, экстенсивное развитие города и разгрузка транспортной системы возможна через присоединение 4-5 поселений в северной и восточной части городской черты. Наиболее эффективно – присоединение поселков Агроном и Дружелюбный из-за расположения между северными и южными въездами. Если направить силы города на развитие транспортной системы данных поселков, в перспективе это способно перераспределить нагрузку въезжающего автотранспорта между основными въездами. Так общая нагрузка на городскую транспортную систему тоже может стать меньше. А значит, экстенсивное развитие города в данном случае имеет большой практический смысл для состояния дорожной системы. Определение направлений развития транспортной системы города ведется в целях обеспечения объективно обусловленных потребностей в перемещении грузов и населения по территории города. Транспортное планирование города ведется в неотрывной связи с планированием территорий.

Транспортное планирование территории города может осуществляться по двум направлениям:

1. Разработка комплексной транспортной схемы (КТС).
 - 1.1 Разработка комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД).
 - 1.2 Разработка проектов организации движения (ПОД).

2. Программно-целевое планирование предполагает разработку специализированных программ развития отдельных компонентов транспортной системы города, связанных с вопросами транспортного планирования территорий.

В настоящий момент существует необходимость разработки и реализации следующих программно-целевых мероприятий.

Концепции и стратегии:

- концепция формирования парковочной политики на территории города;
- стратегические направления развития легкового транспорта.

Стратегические планы:

- «Развитие регулируемой УДС»;
- «Автомобильная непрерывного движения – скоростные дороги»;
- «Центральное городское ядро»;
- «Система транспортно-логистических центров».

Схемы:

- схема размещения мест постоянного и временного хранения автотранспорта;
- схема размещения объектов транспортной инфраструктуры, в том числе автозаправочных станций, станций технического обслуживания автомобилей и др.

Транспортное планирование территории города предусматривает одновременное осуществление мероприятий первого и второго направлений.

В целях обеспечения устойчивого развития территорий и установления границ земельных участков, предназначенных для строительства и размещения элементов УДС (магистральных улиц, транспортных узлов и пересечений магистральных улиц, городских дорог и площадей, мостовых переходов и других инженерно-транспортных сооружений), разрабатывается проектная документация по планировке территорий под элементами улично-дорожной сети (проект планировки УДС).

Зонирование городских территорий.

В целях определения приоритетов в транспортном развитии городских территорий, а также отдельных элементов УДС города предусматриваются городское зонирование и классификация элементов УДС.

Зонирование территории по транспортным районам осуществляется с целью определения транспортных потребностей населения в перемещениях людей и грузов. Зонирование используется при изучении транспортного спроса в зависимости от сложившегося и перспективного

расселения людей, центров генерации и потребления материальных и людских потоков. Это необходимо для решения задач прогнозирования и моделирования транспортных потоков.

Зонирование территории по географическому признаку должно осуществляться с целью назначения приоритетов участкам УДС на отдельных городских территориях.

Видовые типы групп:

- 1-я группа (зона А): «Центральное городское ядро»;
- 2-я группа (зона В): «Жилые зоны»;
- 3-я группа (зона С): «Периферийные территории».

В составе проектов планировки элементов улично-дорожной сети г. Краснодара разрабатывается план красных линий (инструкция о порядке проектирования и установления красных линий в городах и других поселениях Российской Федерации РДС 30-201-98).

Последующая корректировка красных линий может осуществляться по решению главы администрации г. Краснодара при проведении реконструкции элементов УДС, связанных с изменением категории (пропускной способности) улиц и дорог города.

Суть задачи заключается в определении выбора конкретной модели платы за проезд путем совершенствования целевой функции. Это реализуется с помощью включения в расчеты влияния эффекта введения платы на величину спроса и выбор маршрута. Также следует учесть, что транспортный поток не должен превышать физической пропускной способности (в противном случае будут образовываться пробки и метод сойдет на нет) и экологических норм. В данной модели ограничение пропускной способности более приближено к верхнему пределу, чем к нижнему, так как весь смысл метода заключается в распределении транспортных потоков именно для устранения пробок, а отнюдь не в том, чтобы устранить дорожное движение как таковое [11].

Спрос на каждом отрезке «отправление – прибытие» (О-П) описывается как функция общих затрат на поездку. При отсутствии платы максимально возможный спрос приводит к возникновению заторов и очередей на наиболее загруженных участках городской транспортной сети.

Уравнение «ограничение пропускной способности»:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{r \in R} f_r = d_w (1-1) \\ \sum_{r \in R} f_r \delta_{ar} = v_a (1-2) \\ v_a \leq C_a (1-3) \\ f_r \geq 0 (1-4) \end{array} \right. \quad (1)$$

В системе уравнений (1):

Уравнение (1-1) – ограничение спроса;

Уравнение (1-2) – ограничение для сохранения потока транспортной сети;

Неравенство (1-3) – ограничение пропускной способности;

Неравенство (1-4) – условие неотрицательности транспортного потока;

Переменные:

w – отрезок транспортной дуги городской дорожной сети;

a – дуга;

r – маршрут;

d_w – спрос на отрезке О-П (количество транспортных средств, имеющих намерение проехать по дуге/отрезку в течение 1 часа);

v_a – транспортный поток на дуге $a \in A$ (количество автомобилей/1 час);

V – вектор всех потоков дуги;

f_r – транспортный поток на маршруте r (количество АМТ / 1 час);

λ_a – доля АМТ, перераспределенного в объезд пробки;

$D_w^{-1}(d_w)$ – обратная величина функции спроса;

C_a – пропускная способность дуги a (количество транспортных средств / 1 час);

A – множество дуг транспортной сети;

W – множество отрезков в транспортной сети;

R – множество маршрутов;

$\delta_{ar} = 1$, если маршрут используется на отрезке, а в остальных случаях $\delta_{ar} = 0$.

Предопределяет спрос на поездки на всех отрезках Отправление – Прибытие и его распределение на сети с ограниченной пропускной способностью и перенаправлением потоков на перегруженных транспортных дугах.

Уравнение «равновесие транспортной сети с эластичным спросом и ограничением пропускной способности и перенаправлением очередей на перегруженных транспортных дугах» [2].

$$\begin{cases} \sum_{a \in A} c_a \delta_{ar} + \sum_{a \in A} \lambda_a \delta_{ar} = c_w \\ \sum_{a \in A} c_a \delta_{ar} + \sum_{a \in A} \lambda_a \delta_{ar} \geq c_w \end{cases}, \text{ при} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} f_r &> 0 \\ f_r &= 0 \end{aligned}, \text{ где } r \in R \text{ и } w \in W \quad (3)$$

$$\begin{cases} D_w^{-1}(d_w) \leq c_w & d_w = 0 \\ D_w^{-1}(d_w) = c_w & d_w > 0 \end{cases}, \text{ при } w \in W \quad (4)$$

$$\begin{cases} \lambda_a = 0 & v_a < c_a \\ \lambda_a \geq 0 & v_a = c_a \end{cases}, \text{ при } a \in A \quad (5)$$

(5).1 т. е. пропускная способность дуги c_a больше, чем количество транспорта c_a , следовательно, $c_a > d_a$.

(5).2 Распределение очередей (λ_a) на дуге положительно при c_a (пропускной способности), равной вектору всех потоков.

Анализируя приведенные выше ограничения, становится отчетливо ясно, что:

1) V – вектор всех потоков дуги, а рассматривается как направленность потока на ту или иную дугу. При этом он тесно соотносится с пропускной способностью дуги.

2) λ_a (при $a \in A$) – степень перенаправленности потока на перегруженных транспортных дугах, измеряется в отношении к 0. Это означает, что при:

2.1) $\lambda_a = 0$ (пробки, затора на дороге нет) $v_a < c_a$, следовательно, можно сделать вывод о

том, что дорога не занята (нет очереди и предел пропускной способности $C_a = \max$, при котором возникают очереди, не достигнут);

2.2) $\lambda_a \geq 0$ (некая часть транспортного потока объезжает, постепенно создающуюся пробку), то есть при $v_a = c_a$, значит, распределение очередей (величина λ_a) положительно при пропускной способности дуги, равной транспортному потоку на дуге. Проще говоря, количество автотранспорта на транспортной дуге равно или немного меньше пропускной способности;

2.3) $\lambda_a < 0$ (полноценная пробка). Учитывая ограничение пропускной способности ($v_a \leq c_a$), означает, что математически величина, отражающая перенаправление автомобилей, в данном случае будет отрицательна.

Уравнения двухуровневой модели введения платы за проезд могут быть решены с помощью алгоритма, основанного на анализе чувствительности (SAB). Этот алгоритм может быть широко использован в решении задач 2-уровневого контроля за транспортными потоками. При применении алгоритма SAB анализ чувствительности используется для определения производных равновесия спроса на поездки $d(u)$ и равновесия транспортного потока $v(u)$ по отношению к плате, установленной на транспортных дугах u . С известными производными целевая функция верхнего уровня и ограничения пропускной способности, заданные неявно, нелинейные функции тарифов платы за проезд нелинейно приближаются по формуле Тейлора.

Алгоритм SAB словесно описан ниже:

1. Определение первоначального множества схем введения платы за проезд $u(0)$, $n = 0$.
2. Путем решения задачи равновесия транспортной сети с заданным $u(n)$ определяются значения $d(n)$ и $v(n)$.
3. Используя метод анализа чувствительности для задачи равновесия транспортной сети, рассчитываются производные.
4. Формулировка линейных приближений для целевых функций верхнего уровня и заданных ограничений с помощью полученных производных. Решение конечной задачи линейного программирования для определения вспомогательного решения y .
5. Решение уравнения $u(n+1) = u(n) + \alpha(n)(y - u(n))$, где $\alpha(n)$ – заданная величина шага при уменьшении значения.

Для того, чтобы выбрать наилучшее решение из всех возможных, уравнения двухуровневой модели оптимизации и алгоритм SAB обращаются к уравнениям целевой функции верхнего уровня. Необходимо заметить, что скорость решения алгоритма SAB полностью зависит от выбранных значений параметров β и γ и косвенно зависят от выбранной целевой функции.

Результаты. Одна из организационных мер уменьшения пробок в городе – платные дороги на тех участках, где движение транспорта наиболее интенсивно. Данная мера заставит водителя либо оплатить проезд, либо искать альтернативный путь проезда к необходимому месту. Тем самым это поможет разгрузить участки дороги, то есть увеличить их практическую пропускную способность.

Наиболее существенные результаты:

1. Усовершенствована модель равновесия транспортного потока городской сети при эластичном спросе в части введения ограничений по экологической нагрузке на участки уличной дорожной сети.
2. Адаптирован алгоритм решения уравнений двухуровневой модели введения платы за проезд (SAB).
3. Усовершенствована модель расчета основных параметров загруженности городских дорог.
4. Усовершенствована модель расчета экологической нагрузки на элементы городской транспортной сети в условиях введения платных дорожных объектов.
5. Адаптирована числовая модель расчета основных показателей загруженности дорог.

Литература

1. Арслангулов У. Ю. Перспективы мирового транспортного сектора: монография / У. Ю. Арслангулов. – Москва: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2009. – 51 с.
2. Бевзюк Е. А. Комментарий к Федеральному закону от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» / Е. А. Бевзюк. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2010. – 88 с.
3. Давыдов А. Н. Сетевое планирование в транспортном строительстве: учебно-методическое пособие / А. Н. Давыдов. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 58 с.
4. Директива 2009/103/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС от 16 сентября 2009 года о страховании гражданской ответственности, связанной с транспортными средствами и об исполнении обязательств по такой ответственности / перевод В. Ф. Порываев. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2010. – 44 с.
5. Лойко В. И. Математическая модель расчета экономических параметров управления транспортными потоками / В. И. Лойко, А. В. Параскевов, А. А. Чемеркина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044).
6. Лойко В. И. Меры по обеспечению эффективной организации городского дорожного движения / В. И. Лойко, А. В. Параскевов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(064).
7. Параскевов А. В. Анализ возможных путей преодоления транспортного коллапса / А. В. Параскевов, А. В. Чемарина // Вестник Академии знаний. – Краснодар: Академия знаний, 2018.
8. Параскевов А. В. Анализ проблемных участков городской транспортной сети (на примере г. Краснодара) / А. В. Параскевов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 10 (104).
9. Параскевов А. В. Кризис транспортной инфраструктуры: управленческая проблема или неизбежная реальность / А. В. Параскевов // сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2018.
10. Параскевов А. В. Об эффективной организации городского дорожного движения / А. В. Параскевов // Математические методы и информационно-технические средства. Труды VI Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации», 2010.
11. Параскевов А. В. Оптимизация загруженности уличной дорожной сети / А. В. Параскевов, В. К. Желиба // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 06 (110).
12. Параскевов А. В. Перспективы развития городской уличной дорожной инфраструктуры / А. В. Параскевов, А. В. Чемарина, К. М. Иваненко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – № 10(154).
13. Параскевов А. В. Транспортный коллапс: поиск выхода / А. В. Параскевов // Сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015г. – Краснодар: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2016 г.
14. Пеньшин Н. В. Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» / Н. В. Пеньшин. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. – 476 с.
15. Чемеркина А. А. Совершенствование модели управления транспортными потоками / А. А. Чемеркина, А. В. Параскевов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – № 08 (042).
16. Шмидт, И. В. Прогнозирование и планирование территории населенных пунктов с основами кадастра / И. В. Шмидт, А. А. Царенко. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 474 с.
17. Якунин В. И. Политология транспорта. Политическое измерение транспортного развития: монография / В. И. Якунин. – Москва: Экономика, Научный эксперт, 2006. – 432 с.
18. «Ferrari». Цена на проезд и равновесие транспортной сети. Транспортное исследование Б, 1995. – № 29, 357–372.
19. Evans A. W. Цены за проезд в пробках: когда это хорошая политика? *Journal of Transport Economics and Policy*. – 1992. – № 26, 213-243.
20. Sheffi Y. Городские транспортные сети: Анализ устойчивости с помощью методов математического программирования, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985, New Jersey.

References:

1. Arslangulov U. YU. Perspektivy mirovogo transportnogo sektora: monografiya / U. YU. Arslangulov. – Moskva: Energiya, Institut energeticheskoy strategii, 2009. – 51 c.

2. Bevzyuk E. A. *Kommentarij k Federal'nomu zakonu ot 9 fevralya 2007 g. № 16-FZ «O transportnoj bezopasnosti»* / E. A. Bevzyuk. – Saratov: Aj Pi Er Media, 2010. – 88 c.
3. Davydov A. N. *Setevoe planirovanie v transportnom stroitel'stve: uchebno-metodicheskoe posobie* / A. N. Davydov. – Samara: Samarskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, EBS ASV, 2013. – 58 c.
4. Direktiva 2009/103/EC Evropejskogo parlamenta i Soveta ES ot 16 sentyabrya 2009 goda o strahovanii grazhdanskoj otvetstvennosti, svyazannoj s transportnymi sredstvami i ob ispolnenii obyazatel'stv po takoj otvetstvennosti / perevod V. F. Poryvaev. – Saratov: Aj Pi Er Media, 2010. – 44 c.
5. Lojko V. I. *Matematicheskaya model' rascheta ekonomicheskikh parametrov upravleniya transportnymi potokami* / V. I. Lojko, A. V. Paraskevov, A. A. CHemerikina // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №10(044).
6. Lojko V. I. *Mery po obespecheniyu effektivnoj organizacii gorodskogo dorozhnogo dvizheniya* / V. I. Lojko, A. V. Paraskevov // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №10(064).
7. Paraskevov A. V. *Analiz vozmozhnyh putej preodoleniya transportnogo kollapsa* / A. V. Paraskevov, A. V. CHemarina // *Vestnik Akademii znaniy*. – Krasnodar: Akademiya znaniy, 2018.
8. Paraskevov A. V. *Analiz problemnyh uchastkov gorodskoj transportnoj seti (na primere g. Krasnodara)* / A. V. Paraskevov // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)* [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 10 (104).
9. Paraskevov A. V. *Krizis transportnoj infrastruktury: upravlencheskaya problema ili neizbezhnaya real'nost'* / A. V. Paraskevov // *Sbornik statej po materialam 73-j nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej*. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina, 2018.
10. Paraskevov A. V. *Ob effektivnoj organizacii gorodskogo dorozhnogo dvizheniya* / A. V. Paraskevov // *Matematicheskie metody i informacionno-tehnicheskie sredstva. Trudy VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Krasnodar: Federal'noe gosudarstvennoe kazennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya «Krasnodarskij universitet Ministerstva vnutrennih del Rossijskoj Federacii», 2010.
11. Paraskevov A. V. *Optimizaciya zagruzhennosti ulichnoj dorozhnoj seti* / A. V. Paraskevov, V. K. ZHeliba // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – № 06 (110).
12. Paraskevov A. V. *Perspektivy razvitiya gorodskoj ulichnoj dorozhnoj infrastruktury* / A. V. Paraskevov, A. V. CHemarina, K. M. Ivanenko // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2019. – № 10(154).
13. Paraskevov A. V. *Transportnyj kollaps: poisk vyhoda* / A. V. Paraskevov // *Sbornik statej po materialam 71-j nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2015g.* – Krasnodar: FGBOU VPO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2016 g.
14. Pen'shin N. V. *Organizaciya transportnyh uslug i bezopasnost' transportnogo processa: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchihsya po napravleniyu podgotovki bakalavrov «Tekhnologiya transportnyh processov»* / N. V. Pen'shin. – Tambov: Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, EBS ASV, 2014. – 476 c.
15. CHemerikina A. A. *Sovershenstvovanie modeli upravleniya transportnymi potokami* / A. A. CHemerikina, A. V. Paraskevov // *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – № 08 (042).
16. SHmidt, I. V. *Prognozirovanie i planirovanie territorii naselennyh punktov s osnovami kadastra* / I. V. SHmidt, A. A. Carenko. – Saratov: Vuzovskoe obrazovanie, 2014. – 474 c.
17. YAkunin V. I. *Politologiya transporta. Politicheskoe izmerenie transportnogo razvitiya: monografiya* / V. I. YAkunin. – Moskva: Ekonomika, Nauchnyj ekspert, 2006. – 432 c.
18. «Ferrari». *Cena na proezd i ravновесие transportnoj seti. Transportnoe issledovanie B*, 1995. – № 29, 357–372.
19. Evans A. W. *Ceny za proezd v probkah: kogda eto horoshaya politika?* *Journal of Transport Economics and Policy*. – 1992. – № 26, 213–243.
20. Sheffi Y. *Gorodskie transportnye seti: Analiz ustojchivosti s pomoshch'yu metodov matematicheskogo programmirovaniya*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985, New Jersey.